

## 地域修正係数を用いた高速道路の整備順位決定

|                    |  |
|--------------------|--|
| その他（別言語等）<br>のタイトル | Determining Priority of the Expressway<br>Improvement using the CBA with Regional<br>Weighting |
| 著者                 | 田邊 慎太郎，佐々木 恵一，田村 亨   |
| 雑誌名                | 土木計画学研究・講演集  |
| 巻                  | 24   |
| 号                  | 2  |
| ページ                | 369-372  |
| 発行年                | 2001-11  |
| URL                | <a href="http://hdl.handle.net/10258/1830">http://hdl.handle.net/10258/1830</a>                |

## 地域修正係数を用いた高速道路の整備順位決定\*

*Determining Priority of the Expressway Improvement using the CBA with Regional Weighting\**

田邊 慎太郎\*\* 佐々木 恵一\*\*\* 田村 亨\*\*\*\*

By Shintaro TANABE\*\* Keiichi SASAKI\*\*\* Tohru TAMURA\*\*\*\*

### 1. 修正費用便益分析

#### 1.1 はじめに

北海道は広域分散地域として面的な広がりを持った社会資本整備が進められてきた。特に、道路整備ではその期待される機能として、①経済構造改革、②地域・都市作りの支援、③生活環境の確保、④安全である。①は物流を中心とした地域間交流の発展と市街地の活性化、②は都市内交通問題(渋滞、騒音、公害)の解決、③は社会福祉・医療の確保、④は道路の維持管理と防災である。北海道は都市間距離が大きいため特に①に期待が大きく、③についてもその必要性は大きい。

北海道においては、都市機能が分散しているため、単一路線の交通需要は小さく、したがってそこから発生する便益も小さい。当然、整備順位は低くなるが、需要の少ない地方間での整備順位付けは、政治的な判断に任されているのが現状である。したがって、意思決定の透明性、アカウンタビリティが求められる現在においては、これらを明確する手法の確立が必要である。

しかし、効率的な予算配分からの公共事業の見直しを行う際、北海道の高速道路建設事業に採算性に対する意見がある。現在、北海道縦貫・横断自動車道の整備計画延長はそれぞれ 477、412km であり、うち 348、131km が供用されているが、これは計画の 54%であるが、今後予想される

財政難からの高速道路予算の削減を考えると、より積極的に北海道の高速道路事業は再考の必要がある。<sup>1)</sup>

本研究では、北海道を対象に建設予定路線の効率的な整備順位を修正費用便益分析により算定する。修正費用便益分析は、道路投資の評価に関する指針検討委員会(2000)<sup>2)</sup>は一般国道を対象として地域修正係数を提案しているが、北海道の過疎法指定地域は 11 市、141 町村、計 152 自治体(73%:平成 12 年 4 月 1 日現在)にのぼることや道外地域の都市間時間距離と同等とすることを政策目標すれば、高速道路整備でも適用できると考えた。周知の通り、北海道の道路交通は本州と直結していないため、北海道の高速道路建設事業を考える上では、将来道路ネットワークを一プロジェクトとし、道内の最適建設順位を決定しなくてはならない。

#### 1.2 修正費用便益分析とは<sup>3)</sup>

地域格差は正という政策的観点に基づき、効用の低い(例えば、所得水準の低い)地域で発現する社会的便益は、効用の高い(例えば、所得水準の高い)地域で発現する社会的便益よりも社会的厚生に大きく寄与するとみなすとする考え方である。

#### 1.3 地域修正係数の定義<sup>4)5)</sup>

地域修正係数は、ある地域  $i$  とある地域  $j$  があり、両者に単位便益を落としたときに社会的厚生 of 観点から何倍の社会的価値の差があるかを意味する係数である。地域修正係数  $\phi$  は、単位所得が上がった時の社会的厚生の増分の比として、式(1)のとおり表す。

\* キーワーズ: 公共事業評価論、計画手法論、整備順位決定手法

\*\* 正員、社団法人北海道開発技術センター  
(札幌市中央区南 1 条東 2 丁目 11  
tel011-271-3028 fax011-271-5115)

\*\*\* 工博、正員、函館高等専門学校都市環境工学科

\*\*\*\* 正員、工博、室蘭工業大学建設システム工学科

$$\phi_i = \frac{\frac{\partial W}{\partial V_i} \frac{\partial V_j}{\partial Y_i}}{\frac{\partial W}{\partial V_i} \frac{\partial V_j}{\partial Y_i}} \quad (1)$$

$\phi_i$ : 地域修正係数、 $W$ : 社会的厚生関数、 $V$ : 効用関数、 $Y$ : 所得

地域修正係数  $\phi$  を求める式は、効用  $V$  を表す関数として Cobb-Douglas 型間接効用関数を用いており以下のような形となる。

$$V(P_i, R_i, Y_i) = P_i^A \cdot R_i^B \cdot Y_i \quad (2)$$

地域物価水準:  $P_i$ 、住宅支出水準:  $R_i$ 、所得水準:  $Y_i$ 、 $A$ 、 $B$ : パラメータ

また、効用の最大化行動を考えると以下の様に地域修正係数  $\phi$  の式(3)が求められる。

$$\phi_j = \left( \frac{P_j}{P_i} \right)^{-(1-B)(1-\varepsilon)} \left( \frac{R_j}{R_i} \right)^{-B(1-\varepsilon)} \left( \frac{Y_j}{Y_i} \right)^{-\varepsilon} \quad (3)$$

$P$ : 地域消費者物価水準、 $R$ : 住宅支出水準、 $Y$ : 所得水準、 $B$ : 家計消費支出に占める住宅支出の割合、 $\varepsilon$ : 地域間格差への配慮の度合いを示すパラメータ

$\varepsilon$  (公平性への社会的配慮の強さを表すパラメータ、 $\varepsilon \geq 0$ ) は、この値を大きくすることにより  $\phi$  の値が大きくなり公平性を高めることができる。 $\varepsilon$  の値の決定については、初期値として  $\varepsilon = 0.5$  から始め、社会的合意を得ながら  $\varepsilon$  を変化させて社会的合意を目指すとしている。

## 2. Genetic Algorithms<sup>6)</sup>

遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms; 以下 GA と略す)とは、「生物の進化における遺伝的な学習をアルゴリズムとして抽象化」したものであり、1960年代に Halland によって提唱された。これは、生物が遺伝子を介して進化する誕生してからの現代に至るまでの過程をコンピュータでシミュレーションし、最も環境に適用する遺伝子を生成し最適解を探索するものである。土木計画の分野では、「組み合わせ最適化問題及び非線型最適化問題の近似解法」として認識されており、本研究では、整備区間順位という離散的要因を含む問題の最適解の探索に適用したものである。<sup>7)</sup>

### 2.1 計算のフローチャート (図 1)

GA はまず線列と呼ばれる遺伝子列を一定数(= 人口サイズ)生成する。これらの遺伝子はそれぞれ目的関数値が計算され、外部環境への適応関数値が算出される。その後、淘汰、交叉、突然変異の課程を経て次の世代へと移行する。この一連の操作を繰り返すことにより環境に最も良く適応する遺伝子が生成され、収束条件を満たした段階で計算を終了する。

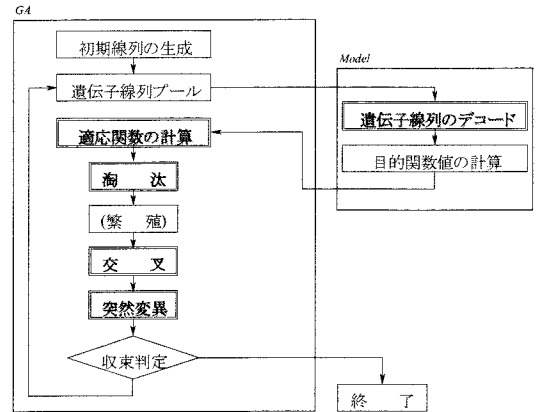


図 1 GA のフローチャート

### 2.2 目的関数(適応関数)

本研究において、高速道路建設に伴う便益は時間短縮効果のみとした。時間短縮効果の算定は、現況の道路網(既に通している高速道路を含む)から都市間最短時間距離を算出し、新たに高速道路が建設・開通したならばその道路網の最短時間距離を算出、現在の時間距離との差を短縮時間とした。この短縮時間に単位時間当たりのコストを掛けることにより便益としている。また、区間交通は最短経路を通ると仮定し、総便益を(時間短縮×区間交通量)として算定した。したがって、将来の交通量の増加は考慮していない。

次に、整備順位と便益の関係について述べる。図 2 の様な整備延長と短縮時間が等しい 2 区間の高速道路建設を考える。この時、高速道路建設に伴う総便益は OD 交通量の関係から路線 2 を先に建設した方が 2 倍ある(点 B<sub>2</sub>)。最終的に全路線が完成した時の総便益は等しいため、最終的に点 B<sub>all</sub> になる。そのため、全計画路線を建設することを一つのプロジェクトと考えた時、総便

益では路線 2→路線 1 と建設した方が図中の斜線部の便益分だけ望ましい。

高速道路建設においては、一年間に建設できる路線長に制約がかかっており、図 3 に示すように整備延長が延伸するとともに便益の和が増加する。早期に多くの便益が発現する整備順位が最適と考え、図 3 の網掛け部分が左側へシフトするほど便益は大きくなる。すなわち、便益曲線の内部面積の最大化問題と置き換えて考えることができる。つまり、図 3 の網掛け部分を GA の目的関数としている。(4)式は、地域間の公正性を考慮した地域修正係数  $\phi$  および社会的割引率  $r$  を考慮した便益を対象地域内で総計した値を総建設費  $C$  で除したものである。なお、本研究では、対象地域を北海道としていることから社会的割引率は考慮していない( $r=0.0\%$ )。また、単位建設費を固定しているため、ここでの  $C$  は、次節に算出された整備順位の決定とは無関係となっている。(8)式は、便益が共用した  $t$  期ごとに発現していくことを考慮しているが、これによって変化する地域修正係数を考慮していない点で不十分であるといえる。

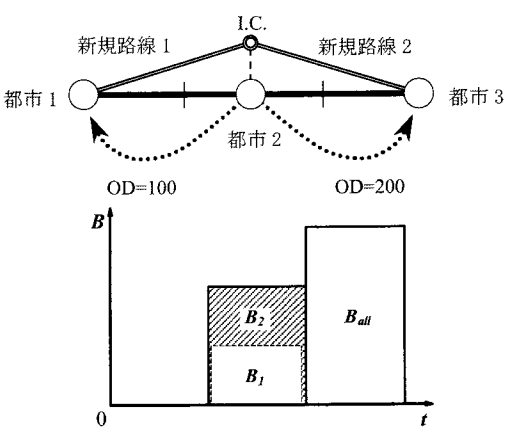


図 2 整備順位と便益の関係

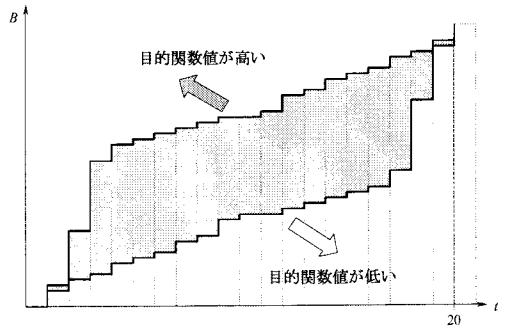


図 3 時間短縮効果

### 2.3 分析データ

本研究で用いた分析データを以下に記す。  
**OD 交通量**；平成 6 年度平日 B ゾーン OD 表  
**時間距離**；道路時刻表 2000～2001(道路整備促進期成同盟会全国協議会)

**地域修正係数算出データ**；

消費者物価指数年報平成 11 年(総務庁統計局)、家計調査年報平成 11 年(総務庁統計局)、個人所得指数 2001 年版(日本マーケティング教育センター)、住宅統計調査平成 10 年(総務庁統計局)、都道府県地下調査標準価格一覧平成 12 年版((財)土地情報センター)

### 2.4 分析対象地域

分析対象地域は北海道とし、建設予定となっている新規高速道路について考える。今後の整備計画は図 4 に示すようになっており、これらの区間における整備順位付けを行う。

$$GA \text{ の目的関数} = \sum_{t=1}^n \left( \frac{\sum_{i=1}^{208} \phi_i B_{it}}{C_t} \right) \frac{1}{(1+r)^t} \quad (4)$$

$\phi_i$  = 都市  $i$  の修正係数,  $B_i$  = 都市  $i$  の便益  
 $t$  = 建設年度(20年),  $i$  = 市町村番号  
 $r$  = 社会的割引率(0.0%),  $C$  = 総建設費

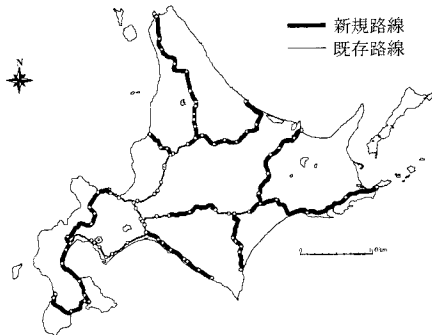
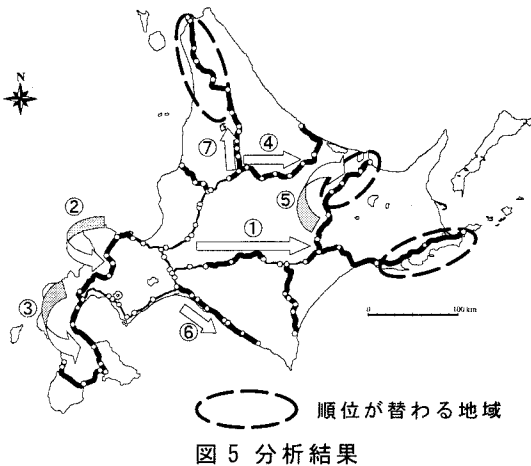


図 4 対象ネットワーク

### 3. 計算結果

地域修正係数を非考慮の時の整備順位と  $\varepsilon = 1.5$  の時の整備順位を図に示すと図 10 のようになり、同様の整備順位となる。早期に建設される路線を順に述べていくと、①札幌～釧路、②小樽～倶知安、③長万部～函館、④旭川～丸瀬布、⑤本別～北見、⑥苫小牧～静内、⑦比布～名寄、という整備順位が目的関数値を最大にする整備順位となる。費用便益比を計算すると、以下のようになる。まず建設費は、建設予定総延長=1380km、建設費=50 億円/km、総事業費=6.9 兆円であり、便益は、時間短縮便益=30 円/分、年間日数=250 日とすると、総便益=7.2 兆円 ( $\varepsilon = 1.5$ ; 地域修正係数を考慮しない場合=5.8 兆円) となり、 $B/C=1.04(0.84)$  である。



### 4. おわりに

本研究では、GAによって、時系列的な要因によって離散的要因である共用開始区間および年次を考慮した費用便益分析を行うことで、ネットワークとして将来最大の効果を発揮しうる整備順位を決定することが可能であることがわかった。

一方で、北海道における高速道路整備は、札幌から他の便益の大きい地域へ高速道路を伸ばしていくという結果となった。従って、地域修正係数を用いても交通需要の集中する中核都市を結ぶ区間の整備順位に変化は見られない。地方部の便益は、地域修正係数 ( $\varepsilon = 1.5$ ) を乗じてても都

市部に比べ僅少であるが、地方部の整備順位は、稚内、根室、網走のような端部の整備順位は、異なる結果を得た。今後は山岳区間の建設費や将来需要などを分析に取り込むことが必要である。

最後に、このような整備順位決定手法は、ネットワークを重視する反面、地方部の切り捨てとも捉えられ、他の事業・制度も含めた公平性の定義について議論が必要であろう。

### 謝 辞

本論文の投稿に際して、東北大学大学院森杉壽芳教授、同大学院林山泰久助教授、東京工業大学大学院上田孝行助教授、三菱総合研究所長谷川専氏には、多大なる助言を頂いた。ここに記して、謝辞を表す。

### 参考文献

- 1) 森杉壽芳・御巫清泰: 第 3 章. 公共投資と経済政策、土木学会編新体系土木工学 49 社会資本と公共投資、pp151-pp193、技報堂出版、1981
- 2) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編: 道路投資の評価に関する指針(案)第2編総合評価、財団法人日本総合研究所、pp.61-81、2000
- 3) 長谷川専: 修正費用便益分析の考え方、土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 19 土木計画における公平論を巡って、pp.111-121、(社)土木学会土木計画学研究会、2000
- 4) 上田孝行、長谷川専、森杉壽芳、吉田哲生: 地域修正係数を導入した費用便益分析、土木計画学研究・論文集 No.16、pp.139-145、1998
- 5) 小林潔司: 公共システム整備のための評価指標 -研究系譜と今後の課題-、土木学会論文集、No.425/IV-14、pp.81-90、1991
- 6) 石田良平・村瀬治比古・小山修平: パソコンで学ぶ遺伝的アルゴリズムの基礎と応用、森北出版株式会社、1997
- 7) 長濱祐朗: GA による首都高速道路の新設路線工事の順位決定について、室蘭工業大学建設システム工学科